

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-301542

(43)Date of publication of application : 31.10.2000

(51)Int.Cl.

B29C 33/38

B22C 9/06

B23P 15/24

(21)Application number : 11-114424

(71)Applicant : HITACHI METALS LTD

(22)Date of filing : 22.04.1999

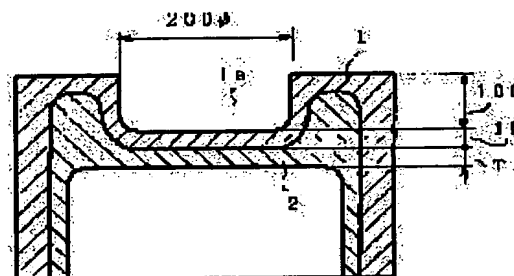
(72)Inventor : TOYAMA FUMIO

## (54) HEAT CONDUCTIVE COMPOSITE MOLD AND ITS MANUFACTURE

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To increase an inner cooling effect with a low cost by forming a heat conductive layer of copper or copper alloy having specific heat conductivity at all or partial non-operating surface of a mold of steel at the surface by high energy overlay welding.

**SOLUTION:** A heat conductive layer having heat conductivity of 250 W/m/K or above is formed in a predetermined thickness on a non-operating surface of a mold of steel at an operating surface by high energy overlay welding. Since smooth overlay is difficult due to large thermal conductivity of pure copper when two or above layers are overlaid to increase a thickness of the layer, a matrix is preheated to about 700° C or above and overlaid. However, since the matrix is heated to a tempering temperature or above and softened, it is necessary to heat treat to re-quench and temper it. When the overlay welding of the pure copper is conducted, for example, by enhancing a density of an arc having a high energy density by a pulse power source, welding of no defect can be performed even when a preheating temperature of the matrix is lowered as compared with the tempering temperature. Thus, the mold having high internal heat conductivity and a good cooling efficiency can be easily, inexpensively provided, and an operating efficiency of molding can be improved.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2000-301542  
(P2000-301542A)

(43) 公開日 平成12年10月31日 (2000.10.31)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

テ-マ-ト (参考)

B 2 9 C 33/38

B 2 9 C 33/38

4 E 0 9 3

B 2 2 C 9/06

B 2 2 C 9/06

Q 4 F 2 0 2

B 2 3 P 15/24

B 2 3 P 15/24

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 5 頁)

(21) 出願番号

特願平11-114424

(22) 出願日

平成11年4月22日 (1999.4.22)

(71) 出願人 000005083

日立金属株式会社

東京都港区芝浦一丁目2番1号

(72) 発明者 遠山 文夫

東京都千代田区丸の内二丁目1番2号 日

立金属株式会社内

(74) 代理人 100104835

弁理士 八島 正人 (外1名)

Fターム (参考) 4E093 NB09 NB10

4F202 AJ02 AJ09 AJ12 CA11 CB01

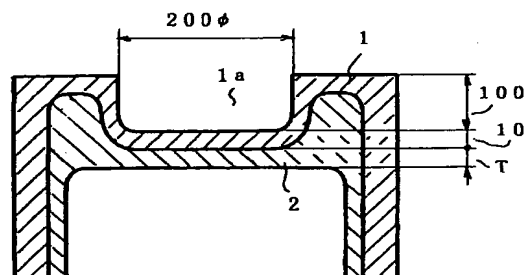
CD14 CD18 CK88

(54) 【発明の名称】 高熱伝導性複合金型及びその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 冷却効率が高く安価な高熱伝導性複合金型

【解決手段】 作業面1が鋼からなる金型の非作業面の全体または一部に、250W/m/K以上の熱伝導率を有する銅または銅合金、とくに純銅の10mm以上の厚い熱伝導層2をパルスMIG溶接などの高エネルギー肉盛溶接により形成させる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 作業面が鋼からなる金型の非作業面の全体または一部に、 $250\text{ W/m/K}$ 以上の熱伝導率を有する銅または銅合金の熱伝導層を高エネルギー肉盛溶接により形成させたことを特徴とする高熱伝導性複合金型。

【請求項2】 前記作業面が焼入れ・焼もどし熱処理された鋼からなり、前記熱伝導層が高エネルギー肉盛溶接による $10\text{ mm}$ 以上の厚さの純銅により形成されたことを特徴とする請求項1に記載の高熱伝導性複合金型。

【請求項3】 作業面が鋼からなる金型の非作業面の全体または一部に、 $250\text{ W/m/K}$ 以上の熱伝導率を有する銅または銅合金の熱伝導層を高エネルギー肉盛溶接により形成させたことを特徴とする高熱伝導性複合金型の製造方法。

【請求項4】 前記作業面が焼入れ・焼もどし熱処理された鋼からなり、前記熱伝導層が高エネルギー肉盛溶接による $10\text{ mm}$ 以上の厚さの純銅により形成されたことを特徴とする請求項3に記載の高熱伝導性複合金型の製造方法。

【請求項5】 前記金型の作業面は焼入れ後 $500^\circ\text{C}$ 以上の温度で焼もどし熱処理された鋼からなり、前記肉盛溶接時に前記焼もどし温度以下に予熱し、肉盛溶接中の作業面の温度を前記焼もどし温度以下に保持しつつ高エネルギー肉盛溶接することを特徴とする請求項3及び4に記載の高熱伝導性複合金型の製造方法。

【請求項6】 前記高エネルギー肉盛溶接はパルスMIG溶接によることを特徴とする請求項3から5のいずれかに記載の高熱伝導性複合金型の製造方法。

【請求項7】 前記金型の作業面が重量比で $C \leq 1$ 、 $1$ 、 $Si \leq 2.00\%$ 、 $Mn \leq 2.00\%$ 、 $Ni \leq 4.00\%$ 、 $Cr \leq 18.00\%$ 、 $W$ および $Mo$ の単独または複合で $(1/2W + Mo) \leq 12.00\%$ を含有し、さらに $V \leq 3.00\%$ 、 $Co \leq 6.5\%$ 、 $Al \leq 1.50\%$ 、 $Cu \leq 3.00\%$ の一種以上を含有し、残部実質Feからなる鋼であることを特徴とする請求項1から6のいずれかに記載の高熱伝導性複合金型及びその製造方法。

【請求項8】 前記金型の作業面は鍛造品から切削加工によって作製されたことを特徴とする請求項1から7のいずれかに記載の高熱伝導性複合金型及びその製造方法。

【請求項9】 前記金型の作業面は鋳造により作製されたことを特徴とする請求項1から7のいずれかに記載の高熱伝導性複合金型及びその製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、溶融金属の鋳造用金型、若しくは溶融プラスチックなどの各種材料を成形する金型及びその製造方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来、溶融金属の鋳造用金型やプラスチックなどを成形する成形用金型などの高温で使用される金属材料には、熱間ダイス鋼、ステンレス鋼などの鋼や鋳鉄が使用されるほか、一部にはこれらより熱伝導性の大きい銅合金が一体型として用いられてきた。

【0003】しかし、鋼あるいは鋳鉄は熱伝導度が必ずしも高くないため、成形作業の際に金型の成形面近傍の温度が上昇して、金型の形状や構造によっては、金型内に生ずる大きな温度むらのために金型に変形が生じたり、摩耗などが増加する。このような金型の温度上昇のために、従来は単位時間当りの成形サイクル数を上げることが困難であった。一方、熱伝導性の大きい銅合金の金型は強度が小さいので摩耗が大きく寿命が短いという問題点があった。

【0004】そこで出願人は、先に金型の作業面の裏面に銅等を接合することにより熱伝導性を増して上記欠点を改善した高熱伝導性複合金型の製造方法を開示した（特許第2642661号）。これらの接合方法としては、金型の作業面の裏面に溶融した銅等を鋳造して接合したり、銅ろうを間に介在させて鋼と銅等を接合したり、銅等の粉末をHIP（高温アイソスタティックプレス）法により固着して銅層を形成させたりする方法が行われた。これらの方法は厚い熱伝導層を形成することが容易であるので、熱伝導性が良く金型の過熱を防止するのに効果がある。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、前記溶融法では鋼と銅等との接合部の拡散層に脆化層が発生する場合があり、接合後の冷却時に接合部に剥離が生じやすいという問題点があった。また、焼入れ・焼もどし熱処理した鋼の作業面に銅等を溶融接合すると、接合の際の予熱と接合時の温度上昇により型が焼き戻しされて軟化するために、接合後に再熱処理しなければならなかった。この再熱処理の際にも、鋼と銅等の膨張の差により前記脆化層から剥離することがあるという問題点があった。

【0006】一方、銅ろうを用いて接合すると、鋼と銅等との間の熱伝導度が低下して冷却効果が減ずるという欠点があり、HIP法ではコストが高くなるという問題点がある。

【0007】また、この熱伝導層を肉盛溶接により形成することもできるが、通常肉盛溶接では銅などの熱伝導度が大きい材料は溶融プールができ難いために、2層以上の肉盛が難しく厚い熱伝導層を得ることが困難であった。この場合、厚い肉盛層を形成するには作業面の母材を $700^\circ\text{C}$ 以上に予熱して溶接するのが通常であるが、 $500 \sim 700^\circ\text{C}$ で焼もどされた母材を $700^\circ\text{C}$ 以上に予熱すると硬さが低下するため、溶接後再焼入れ・焼もどし処理が必要になる。この再熱処理の際に接合面が剥離したり、あるいは金型に歪みが生ずるなどの問

題点があった。

【0008】そこで本発明は、厚い熱伝導層を有して冷却効果が大きく、かつ鋼と銅等との接合部の脆化層の生成をできる限り防止して、接合面の接合不良の発生を無くするとともに、接合処理後の再焼入れなどの熱処理を不要にした高熱伝導性複合金型の製造方法を提供することを目的とする。

【0009】このように熱伝導層を厚くして金型内部の熱伝導性を増し、内部冷却効果を大きくして金型内の温度むらを小さくすることにより、金型の変形を抑えたとともに、ヒートクラックの発生進展が抑えられ、金型寿命が向上する。かつ製品成形サイクル時間を短縮して成形能率を向上することができる。さらに本発明の金型は、HIP法などよりも低コストで提供できる。

【0010】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために本発明の高熱伝導性複合金型及びその製造方法は、作業面が鋼からなる金型の非作業面の全体または一部に、 $250\text{ W/m}\cdot\text{K}$ 以上の熱伝導率を有する銅または銅合金の熱伝導層を高エネルギー肉盛溶接により形成させたことを特徴とするものである。

【0011】また、前記作業面が焼入れ・焼もどし熱処理された鋼からなり、前記熱伝導層が高エネルギー肉盛溶接による $10\text{ mm}$ 以上の厚さの純銅により形成されることが望ましい。この純銅としては $99.99\%\text{ Cu}$ 以上の純度であることが熱伝導率の点から望ましい。

【0012】また、前記高エネルギー肉盛溶接はパルスMIG溶接によることが望ましく、前記金型の作業面は焼入れ後 $500^\circ\text{C}$ 以上の温度で焼もどし熱処理された鋼からなり、前記肉盛溶接時に前記焼もどし温度以下に予熱し、肉盛溶接中の作業面の温度を前記焼もどし温度以下に保持しつつ高エネルギー肉盛溶接することが望ましい。

【0013】ここで金型の作業面とは、単に面をいうだけでなく作業面を含む金型の部分（以下母材ともいう）を総称する。また、非作業面とは、該母材の型面などに対する裏面や側面などの面をいうものである。また熱伝導層とは、母材より熱伝導率の高い材料で形成された母材の熱を伝熱して母材を均一に冷却させるための層をいう。

【0014】本発明は、熱伝導層に熱伝導率の高い高純度の純銅を、高エネルギー肉盛溶接による $10\text{ mm}$ 以上の厚さに形成させて型の冷却効率を増したものである。即ち、銅は熱伝導率が高いので熱伝導層として好ましく、一層冷却効率を上げるためには $99.99\%\text{ Cu}$ 以上の純銅が望ましい。また、熱伝導層の厚さが薄いと均一に熱伝達せず冷却効率が落ちるので、熱伝導層は $10\text{ mm}$ 以上の厚さが要求される。

【0015】かかる純銅の熱伝導層の形成方法として、鋼に一層だけ純銅を肉盛溶接することは一般的溶接法（MIG法、TIG法、粉体肉盛法等）によっても、そ

れ程困難ではなく、予熱無しに溶接肉盛することも可能である。

【0016】しかし、肉盛層を厚くするために2層以上肉盛する際に、熱伝導率が $250\text{ W/m}\cdot\text{K}$ のように高い金属、例えば純銅の上にさらに純銅を肉盛する場合には、純銅の熱伝導率が高いために溶融プールができ難く平滑な肉盛ができない。そのために、通常の肉盛溶接では予熱無しに復層の肉盛を行うことは困難で、前記 $10\text{ mm}$ のような厚い熱伝導層を形成することは難しい。このために、母材を $700^\circ\text{C}$ 以上に予熱して溶接肉盛するのが通常である。

【0017】しかし、このように $700^\circ\text{C}$ 以上に予熱すると、通常 $500\sim 700^\circ\text{C}$ で焼もどし熱処理される母材は焼もどし温度以上に加熱されて軟化するため、再焼入れ・焼もどし熱処理が必要になる。そして、この再熱処理の際に接合面が剥離したり、あるいは金型に歪みが生ずるなどの問題点があった。

【0018】本発明者らは、純銅の肉盛溶接を高エネルギー密度の溶接、例えばパルス電源を用いてアークを高密度化した溶接によれば、母材の予熱温度をその焼もどし温度（ $500\sim 700^\circ\text{C}$ ）より低くし、かつ肉盛溶接中の母材の温度上昇も焼もどし温度（ $500\sim 700^\circ\text{C}$ ）より低くして肉盛溶接しても、無欠陥で健全な肉盛溶接が可能になることを見出し、上記問題点を解決したものである。この高エネルギー溶接は2層目以降の肉盛にのみ使用しても良い。

【0019】このように肉盛溶接時の保持温度を焼もどし温度より低くすれば、純銅の熱伝導層を肉盛しても鋼母材の硬さの低下がなく、従来の溶接法のような肉盛溶接後の再熱処理を基本的には必要としないので、熱伝導層の剥離や型の歪みが少なくなる。肉盛後の型は、通常残留応力の除去のために歪み取り熱処理されるが、歪み取り熱処理は焼もどし温度以下で行われるので硬さの低下などはない。

【0020】また、高エネルギー密度溶接によれば、前記焼もどし温度より低温度の予熱でも復層の肉盛が容易になり、熱伝導が良好な厚い熱伝導層が容易に得られる。こうして得られた複合金型材の接合面は良好で、接合界面の伝熱抵抗を無視して伝熱計算ができる接合度を有することが分かった。

【0021】また、前記金型の作業面が重量比で $\text{C}\leq 1.1$ 、 $\text{Si}\leq 2.00\%$ 、 $\text{Mn}\leq 2.00\%$ 、 $\text{Ni}\leq 4.00\%$ 、 $\text{Cr}\leq 18.00\%$ 、WおよびMoの単独または複合で $(1/2\text{ W}+\text{Mo})\leq 12.00\%$ を含有し、さらに $\text{V}\leq 3.00\%$ 、 $\text{Co}\leq 6.5\%$ 、 $\text{Al}\leq 1.50\%$ 、 $\text{Cu}\leq 3.00\%$ の一種以上を含有し、残留実質Feからなる鋼であることが高度の金型特性を得るために望ましい。

【0022】前記金型の作業面は鍛造品から切削加工によって作製しても良いし、鑄造により作製しても良い。

10

20

30

40

50

【0023】

【発明の実施の形態】以下、本発明を図示の一実施形態について具体的に説明する。

【0024】

【実施例1】図1は実施例に用いた金型の断面図を示す。金型の作業面（以下母材という）1は内面寸法が直径200mm、深さ100mm、肉厚10mmの円筒キャビティ1aを有し、SUS420J2鋼の鑄造により作成された。この母材は980℃で焼入れ後、650℃で焼もどしされてHRC27の硬さに熱処理された。

【0025】この母材は、裏面をショットブラストにより清浄された後、下記の条件のパルスMIG溶接により、20mm厚さの純銅の肉盛層を形成した。

MIG溶接棒：材質	99.99%Cuの純銅
溶接棒径	1.2mmφ
溶接電流：	25V, 250A
雰囲気ガス：	Ar
パルス条件：	230Hz
予熱温度：	600℃
肉盛溶接中の型の温度：	600～650℃
肉盛層の数：	7層
肉盛層の全厚さ（T）：	20mm

肉盛溶接後600℃×1.5hrの歪み取り焼きなましを行った。

【0026】肉盛溶接部界面を切断し、顕微鏡調査をした結果は溶接部界面は極めて良好で欠陥は認められなかった。

【0027】また、溶接部界面の近傍の熱伝導率をレーザフラッシュ法により測定した結果は、SUS420J2側で21W/m/K、界面を含む1mmの厚さの部分（拡散層）で43W/m/K、界面より3mmはなれた銅側（1層目）で260W/m/Kとなり、界面より6mmはなれた銅側（2層目）では320W/m/Kとほぼ純銅に近い値を示した。

【0028】また、肉盛溶接後の母材の硬さはHRC27の肉盛前と変わらず、ミクロ組織も肉盛前と変化は見られなかった。

【0029】

【実施例2】実施例2は、実施例1と同じ図1に示す寸法の金型を、SKD61鋼の鍛造材から切削加工して作成した。この型を1050℃で焼入れ後、650℃で焼もどししてHRC37の硬さに熱処理した。

【0030】この母材の裏面をショットブラストにより清浄にした後、下記の条件のパルスMIG溶接により、13mm厚さの純銅層を形成した。

MIG溶接棒：材質	99.99%Cuの純銅
溶接棒径	1.2mmφ
溶接電流：	25V, 250A
雰囲気ガス：	Ar
パルス条件：	230Hz
予熱温度：	600℃
肉盛溶接中の型の温度：	600～650℃
肉盛層の数：	5層
肉盛層の全厚さ（T）：	13mm

10 肉盛溶接後600℃×1.5hrの歪み取り焼きなましを行った。

【0031】肉盛溶接部界面を切断し、顕微鏡調査をした結果は溶接部界面は極めて良好で欠陥は認められなかった。

【0032】溶接部界面の近傍の熱伝導率の測定結果は、SKD61側で30W/m/Kであったが、界面を含む1mmの厚さの部分（拡散層）、界面より3mmはなれた銅側（1層目）では実施例1とほぼ同一数値で、界面より6mmはなれた銅側（2層目）では同様に320W/m/Kとほぼ純銅に近い値を示した。

20 【0033】また、肉盛溶接後の母材の硬さ、ミクロ組織も実施例1と同様に肉盛前と変化は見られなかった。

【0034】以上のべたように、本発明の高熱伝導性複合金型及びその製造方法によれば、金型の非作業面の全体または一部に、250W/m/K以上の熱伝導率を有する銅、とくに純銅の10mm以上の厚い熱伝導層を有するので、金型の熱伝導性が良く内部冷却効果が増加して、金型内の温度むらが小さくなり金型の変形が抑えられるとともに、ヒートクラックの発生が減少し金型寿命が向上する。これにより、製品成形サイクル時間を短縮することができ、成形能率を向上できる。

【0035】この熱伝導層は、パルスMIG溶接などの高エネルギー肉盛溶接により形成されるので、10mm以上の厚い熱伝導層が容易に肉盛りでき、かつ鋼と純銅との接合部の脆化層の生成が少なく、熱伝導層の剥離などの接合面の接合不良の発生が減少する。

【0036】また、肉盛溶接時の母材の予熱温度、作業温度を母材の焼もどし温度より低くしても溶接界面に欠陥のない健全な肉盛ができるので、作業面が焼入れ・焼もどし熱処理された鋼の場合も、肉盛溶接後の再焼入れ焼もどしの熱処理が不要になりコストが低減できる。

【0037】母材を重量比でC≤1.1、Si≤2.00%、Mn≤2.00%、Ni≤4.00%、Cr≤18.00%、WおよびMoの単独または複合で（1/2W+Mo）≤12.00%を含有し、さらにV≤3.00%、Co≤6.5%、Al≤1.50%、Cu≤3.00%の一種以上を含有し、残部実質Feからなる鋼にすると寿命の長い高性能の金型が得られ、この母材は切削加工によっても、鑄造によって作製されても良い。

50 【0038】

【発明の効果】以上説明したように、本発明の高熱伝導性複合金型及びその製造方法によれば、内部の熱伝導性が高く冷却効率のよい金型が、容易にかつHIP法などより安価に提供できるので、成形の作業能率が向上して産業の発展に寄与できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明実施例の高熱伝導性複合金型の断面図である。

【符号の説明】

- 1 母材（作業面）
- 1a キャビティ
- 2 熱伝導層（肉盛部）

【図1】

